

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-131068

(43)Date of publication of application : 12.05.2000

(51)Int.Cl.

G01C 17/32  
G01C 17/38

(21)Application number : 10-302091

(71)Applicant : CITIZEN WATCH CO LTD

(22)Date of filing : 23.10.1998

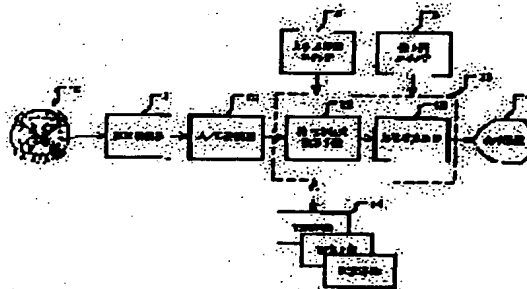
(72)Inventor : OTSUKA YOSHIO

## (54) ELECTRONIC DECLINOMETER AND ITS CORRECTION VALUE CALCULATION METHOD

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make easily and accurately performable the correction of a detection output value by the magnetization or the like of a declinometer and the adjustment for setting the maximum and minimum values of each component by a geomagnetism detection means.

**SOLUTION:** The electronic declinometer and its correction value calculation method are provided with a geomagnetism detection means 10 for detecting the geomagnetism with two orthogonal components, a storage means 14 for storing an output value that is outputted from the geomagnetism detection means 10 when it is directed in mutually orthogonal, arbitrary three directions on a horizontal plane, an elliptical equation operation means 13 for obtaining the equation of an output elliptical locus when a declinometer is rotated by one turn from the storage means 14, an azimuth operation device 15 for obtaining the azimuth angle by correcting an output value that is detected by the geomagnetism detection means 10 according to a correction value that is obtained by the elliptical equation operation means 13, and a display device 4 for displaying an azimuth that is obtained by the azimuth operation device 15.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-131068

(P2000-131068A)

(43) 公開日 平成12年5月12日 (2000.5.12)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 1 C 17/32

G 0 1 C 17/32

17/38

17/38

C

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平10-302091

(22) 出願日

平成10年10月23日 (1998.10.23)

(71) 出願人 000001960

シチズン時計株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目1番1号

(72) 発明者 大塚 祥朗

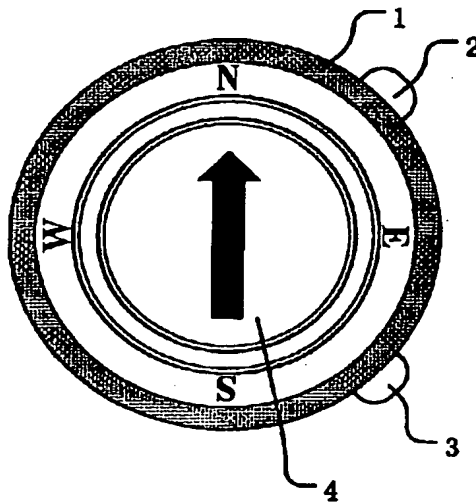
埼玉県所沢市大字下宮字武野840番地 シ  
チズン時計株式会社技術研究所内

(54) 【発明の名称】 電子式方位計およびその補正值算出方法

(57) 【要約】

【課題】 方位計の着磁等による検出出力値の補正と、地磁気検出手段の各々の成分の最大最小値を同じにする調整を容易な操作でかつ正確に行う。

【解決手段】 地磁気を直交する2つの成分で検出する地磁気検出手段10と、水平面上の互いに直交する任意の3方向に向けた時の地磁気検出手段10から出力される出力値を記憶する記憶手段14と、記憶手段14から方位計を一回転させたときの出力楕円軌跡の方程式を求める楕円方程式演算手段13と、楕円方程式演算手段13により求められた補正值より地磁気検出手段10で検出された出力値を補正し方位角度を求める方位演算装置15と、方位演算装置15により求められた方位を表示する表示装置4とを備える電子式方位計およびその補正值算出方法。



1…ケース

2…方位表示用スイッチ

3…補正用スイッチ

4…表示装置

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 地磁気を互いに直交する2つの成分で検出する地磁気検出手段と、

水平面上の互いに直交する任意の3方向に向けた時の上記地磁気検出手段から出力される出力値を記憶する記憶手段と、

上記記憶手段から上記方位計を一回転させたときの出力楕円軌跡の方程式を求める楕円方程式演算手段と、

上記楕円方程式演算手段により求められた補正值より、上記地磁気検出手段で検出された出力値を補正し方位角

度を求める方位演算装置と、  
上記方位演算装置により求められた方位を表示する表示装置とを備えることを特徴とする電子式方位計。

【請求項2】 地磁気を互いに直交する2つの成分で検出する地磁気検出手段と、

水平面上の互いに直交する任意の3方向に向けた時の上記地磁気検出手段から出力される出力値を各々の記憶手段に記憶し、

上記任意の3方向に向けた時の地磁気検出手段からの出力信号から楕円の方程式を求め、

上記楕円の方程式より楕円の中心座標と上記互いに直交する2軸それぞれの最大最小値を求め、

上記楕円の中心座標と最大最小値から上記地磁気検出手段で検出された2つの出力値を補正することを特徴とする電子式方位計の補正值算出方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、地磁気の検出を行うことにより方位を正確に認識できる電子式方位計およびその補正值算出方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、地磁気を検出する地磁気検出手段を備え、互いに直交する2つの成分の強さに応じた出力を上記地磁気検出手段より得ることにより、これら2つの出力に基づいて方位を算出する電子式方位計がある。

【0003】しかしながら前述の電子式方位計は、電子部品やケースなどが地磁気以外の磁気成分を帯びることにより正確な地磁気方向を測定する方位計の機能の妨げ\*

$$\theta = \arctan((Vy - n) / (Vx - m)) \quad \dots (3)$$

(但し、 $Rx = \alpha \cdot Ry$ となるように予め $\alpha$ を求めているものとする)

## 【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述のような補正手段においては、使用者が方位計自身の着磁等があったと思われる度に、この装置を一回転しながら計測して上記2つの磁気検出方向の最大検出出力を更新して記憶させておく必要があり、特に装置を水平に保ちながら一回転するため作業が煩わしく、またその間は検

\*となっていることは以前から知られていた。

【0004】すなわち、互いに直交する2軸(X軸、Y軸)を備える地磁気検出手段を方位計に配置したとき、例えばX軸と地磁気ベクトルとのなす角度を $\theta$ とすると、方位計のX軸方向には着磁量 $m$ 、Y軸方向には着磁量 $n$ の磁気量が加算される。これを式に表すと式

(1)、式(2)になる。

$$Vx = Rx \cdot \cos \theta + m \quad \dots (1)$$

$$Vy = Ry \cdot \sin \theta + n \quad \dots (2)$$

(ただし、 $Rx$ 、 $Ry$ は比例定数)

【0005】つまり、均一な地磁気中で着磁した方位計が一回転したとすると、図5に示すように真円が描かれる。このとき円の中心座標は( $m$ 、 $n$ )である。

【0006】したがって、従来より円の中心座標を求めることにより方位計が持っている着磁量を求め、前述の着磁量を演算により補正して方位を求める方法が用いられていた。

【0007】従来から出願されていた電子式方位計の着磁補正方法は、一例として特願平4-151565号に記載の手段があった。すなわち、電子式方位計自身を水平に保ちつつ一回転し全方位について、上記相直交する2つの磁気検出方向での検出出力を求め、これら検出出力の最大値を $X$ 、 $Y$ についてそれぞれ $X_{max}$ 、 $Y_{max}$ 、最小値を $X_{min}$ 、 $Y_{min}$ とすると

$$m = (X_{max} + X_{min}) / 2$$

$$n = (Y_{max} + Y_{min}) / 2$$

により補正值を求める手段がある。

【0008】また、別に出願されている補正方法が記載されている特願平5-95405号では、電子式方位計を所定の方法による上記相直交する2つの磁気検出方向での検出出力値( $X1$ 、 $Y1$ )と、その方向から水平に保ちつつ180°反対の方向に向けた方向での出力値( $X2$ 、 $Y2$ )についてこれらの算術平均

$$m = (X1 + X2) / 2$$

$$n = (Y1 + Y2) / 2$$

を求めることにより補正する手段があった。

【0009】前述のようにして求められた補正值により方位角度 $\theta$ は式(3)のようにして求めることができる。

費されることになり携帯機器には不向きであった。

【0011】また、前述のような補正方法では、方位円の中心座標を求めることが可能になる一方、上記2つの磁気検出方向の最大検出出力を求めることが演算上できないため完全な補正を行うことができないという欠点があった。

【0012】【発明の目的】本発明は、上記の如き事情に鑑みてなされたものであり、方位計の着磁等による検出出力値の補正と、地磁気検出手段の各々の成分の最大

ことができる電子式方位計およびその補正值算出方法の提供を目的とする。

#### 【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の電子式方位計では、地磁気を互いに直交する2つの成分で検出する地磁気検出手段と、水平面上の互いに直交する任意の3方向に向けた時の上記地磁気検出手段から出力される出力値を記憶する記憶手段と、上記記憶手段から上記方位計を一回転させたときの出力楕円軌跡の方程式を求める楕円方程式演算手段と、上記楕円方程式演算手段により求められた補正值より、上記地磁気検出手段で検出された出力値を補正し方位角度を求める方位演算装置と、上記方位演算装置により求められた方位を表示する表示装置を備えることを特徴とする。

【0014】また本発明の電子式方位計の補正值算出方法では、地磁気を互いに直交する2つの成分で検出する地磁気検出手段と、水平面上の互いに直交する任意の3方向に向けた時の上記地磁気検出手段から出力される出力値を各々の記憶手段に記憶し、上記任意の3方向に向けた時の地磁気検出手段からの出力信号から楕円の方程式を求め、上記楕円の方程式より楕円の中心座標と上記互いに直交する2軸それぞれの最大最小値を求め、上記楕円の中心座標と最大最小値から上記地磁気検出手段で検出された2つの出力値を補正することを特徴とする。

【0015】【作用】地磁気検出手段により、水平面上に互いに直交する任意の3方向に対して出力値を得ることにより3つの座標が通る楕円の方程式を求めることができ、上記楕円の方程式より楕円の中心座標と2軸それぞれに対する振幅を求めることが可能になる。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面に示す実施形態に基づいて具体的に説明する。図1は本発明の実施形態における電子式方位計を示す図である。図2は本発明の実施形態における回路構成の一例を示すブロック図である。図3は本発明の実施形態における補正動作手順の一例を示す図である。図4は本発明の実施形態において補正作業をした時に求められる楕円図と補正值とを示す図である。図6は本発明の実施形態における補正動作手順と補正処理を示すフローチャート図である。図7は本発明の実施形態における補正值を演算により求める動作を示すフローチャート図である。図8は本発明の実施形態における方位を演算表示する動作を示すフローチャート図である。

【0017】【全体構成説明：図1】図1は、本発明に係る電子式方位計の概略平面図であり、ケース1の中に、方位表示用スイッチ2と、補正用スイッチ3と、表示装置4とが設けられている。

【0018】方位表示用スイッチ2は、方位測定を開始するためのスイッチであり所定の処理の後、方位角度な

の補正值算出装置を動作させるためのスイッチであり、本体を所定の方向に向けたときに操作することにより所定の動作を行い補正值を求めることができる。表示装置4は、たとえば液晶表示装置を用いることにより求められた方位角度などの情報を表示することができる。

【0019】【回路構成説明：図2】ケース1の内部は、一例として図2に示すように、地磁気検出手段10と、直流増幅器11と、A/D変換器12と、方位表示用スイッチ2と、補正用スイッチ3と、マイクロコンピュータ16と、記憶手段14と、表示装置4とで構成されている。本実施形態ではマイクロコンピュータ16は楕円方程式演算手段13と、方位演算装置15の機能と同様の機能を果たすことができる。また、地磁気検出手段10は一例としてフラックスゲート方式の磁気センサを使用することができる。

【0020】地磁気検出手段10は直流増幅器11と接続されている。A/D変換器12は直流増幅器11の他にマイクロコンピュータ16と接続されている。マイクロコンピュータ16はA/D変換器12の他に方位表示用スイッチ2と、補正用スイッチ3と、表示装置4と記憶手段14と接続されている。

【0021】【回路動作説明：図2、図8】つぎに、本発明の方位計が地磁気を検出し、補正值を読み取り、方位を表示する動作の説明を図2と図8を用いて説明する。

【0022】地磁気の検出開始は方位表示用スイッチ2を押すことにより開始する。上記方位表示用スイッチ2を押す（図8-81）と、地磁気検出手段10は地磁気成分を検出する（図8-82）。

【0023】フラックスゲート磁気センサは地磁気を互いに直交する2つの平面成分（X、Y）を検出することが可能である。X、Y各々の出力値は直流増幅器11によりA/D変換器12へ出力される。増幅された電圧値はA/D変換器12によりマイクロコンピュータ16が認識可能なデジタル値に変換される。マイクロコンピュータ16は入力された値（X、Y）から楕円方程式演算手段13から求められた補正值を記憶手段14から読み取り、上記の値（X、Y）を補正した地磁気成分（X'、Y'）を出力する（図8-83）。

【0024】マイクロコンピュータ16は楕円方程式演算手段13から求められた上記補正值とは異なる補正值を記憶手段14から読み取り、互いに振幅値が同じになるように補正された値を出力する（図8-84）。

【0025】方位演算装置15は下式  

$$\theta = \arctan(Y'/X')$$
 により方位角度を求める（図8-85）。求められた方位角度は表示装置4により使用者が理解できるような情報（たとえば矢印や数値など）で表示される（図8-86）。

【0026】【補正動作手順説明：図3、図4、図6、図7、図8】

つぎに、本発明の請求項1の電子式方位計が着磁した場合について楕円方程式演算手段13が補正値を算出するための手順と回路動作の一例の説明を図2と図3と図6を用いて説明する。

【0027】図3に示すように、電子式方位計は、スイッチ操作などにより補正モードになった後（図6-61）、A方向に向けその向きのままで補正用スイッチ3を押す（図6-62）。スイッチが押されると地磁気検出手段10が動作しその向きでの出力値を記憶手段14に記憶する（図6-63）。

【0028】同様にして、A方向とは90°右に回転した方向であるB方向でも補正用スイッチ3を押す（図6-64）、出力値を記憶手段14に記憶し（図6-65）、A方向とは90°左に回転した方向であるC方向で補正用スイッチ3を押す（図6-66）、出力値を記憶手段14に記憶する（図6-67）。3方向の出力値が記憶されると楕円方程式演算手段13は、上記3点の値を通る楕円の方程式を演算により求める（図6-6

$$m = (X2 + X3) / 2 \dots (4)$$

$$Kx \cdot Kx = (X1 - m) \cdot (X1 - m) + (X3 - m) \cdot (X3 - m) \dots (5)$$

となることは簡単な計算により求めることができる（図7-71、および図7-72）。

$$n = (Y2 + Y3) / 2 \dots (6)$$

$$Ky \cdot Ky = (Y1 - n) \cdot (Y1 - n) + (Y3 - n) \cdot (Y3 - n) \dots (7)$$

となる。

【0035】したがって、(4)式、(5)式、(6)式、(7)式は楕円の方程式を示していることは明らかであるので楕円の中心座標は(m, n)であり、振幅はx方向はKx、y方向はKyであることがわかる。

【0036】楕円の方程式が求められると、楕円方程式演算手段13は記憶手段14に求められた補正値を記憶することにより補正動作を完了する（図7-73）。

【0037】以上のようにして、本発明は方位計自身が着磁した成分を除去し、なおかつ地磁気検出手段10のx成分、y成分の検出感度の違いによる演算誤差をなくした正確な方位を表示することが可能となる。

【0038】なお、上記の実施形態では、磁気検出素子をフラックスゲート方式のセンサとしたが、ホール素子や磁気抵抗素子(MR素子)でも同様の結果を得ることができる。

【0039】

【発明の効果】以上、詳述したように本発明によれば、装置自体の着磁や増幅器の増幅率のずれ等による検出方位の誤差を容易な操作でかつ正確な補正を行うことにより正しい方位を演算することができる電子式方位計の提供を可能とする。

【図面の簡単な説明】

\* 8)。

【0029】[補正値算出説明：図4、図7]つぎに、本発明の請求項2である電子式方位計の補正値算出方法が、互いに直交する3方向の出力値から楕円の方程式を求める方法を図4、図7を用いて具体的に説明する。

【0030】A方向の地磁気検出手段10の出力するx成分は、地磁気となす角度をθ、着磁成分をm、出力値をX1とすると

$$X1 = Kx \cdot \cos \theta + m \dots (1)$$

10 となる。Kxは比例定数である。

【0031】つぎに、B方向での検出された値X2は、 $X2 = Kx \cdot \cos(\theta - \pi/2) \dots (2)$ となる。

【0032】さらにC方向での検出された値X3は、 $X3 = Kx \cdot \cos(\theta + \pi/2) \dots (3)$ である。

【0033】したがって、(1)、(2)、(3)式より

\* 【0034】同様にして、着磁のY成分をnとすると、

示す図面である。

【図2】本発明の実施形態の電子式方位計の回路構成を示す図面である。

30 【図3】本発明の実施形態の電子式方位計の補正動作方向を示す図面である。

【図4】本発明の電子式方位計にて得られる出力楕円を示す図面である。

【図5】従来技術の電子式方位計で得られる出力円を示す図面である。

【図6】本発明の電子式方位計の方位補正処理を示すフローチャート図である。

【図7】本発明の電子式方位計の方位補正処理を示すフローチャート図である。

40 【図8】本発明の電子式方位計の方位角度演算処理を示すフローチャート図である。

【符号の説明】

1：ケース 2：方位表示用スイッチ

3：補正用スイッチ

4：表示装置 10：地磁気検出手段 1

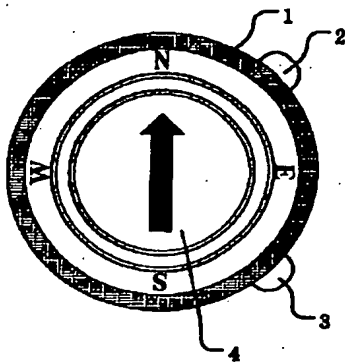
1：直流増幅器

12：A/D変換器 13：楕円方程式演算手段

14：記憶手段 15：方位演算装置

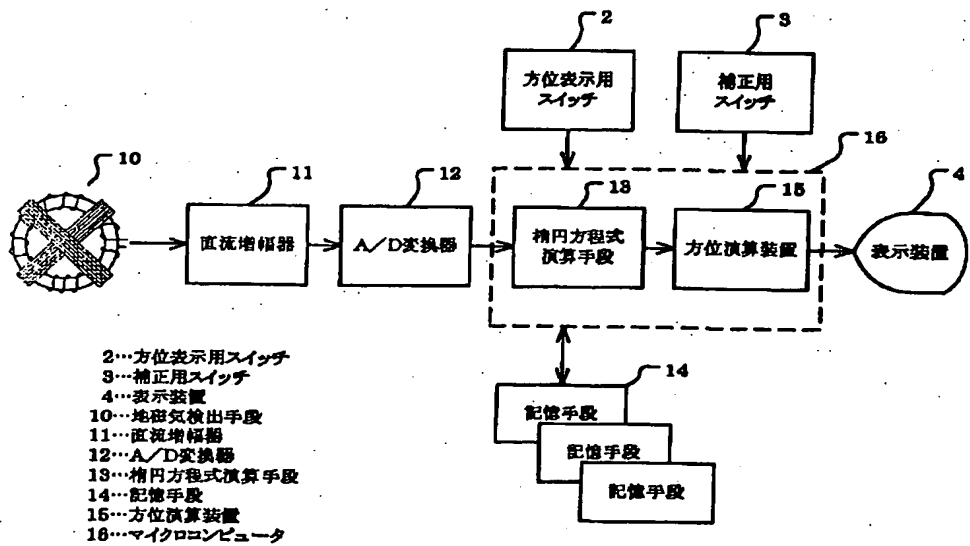
16：マイクロコンピュータ

【図1】



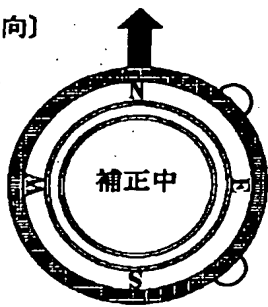
- 1...ケース  
2...方位表示用スイッチ  
3...補正用スイッチ  
4...表示装置

【図2】

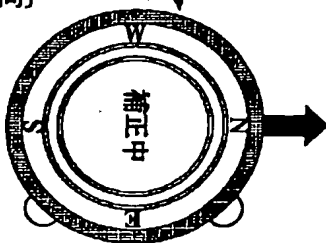


【図3】

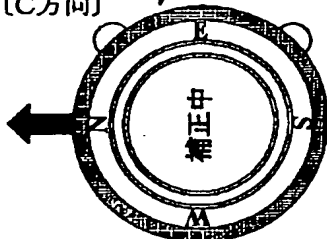
[A方向]



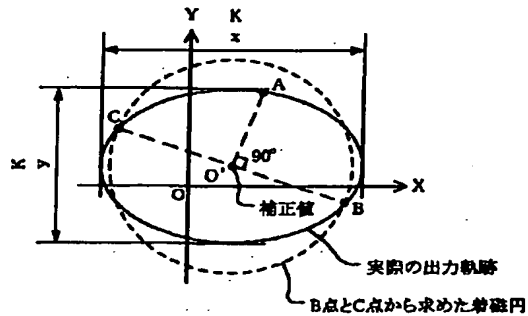
[B方向]



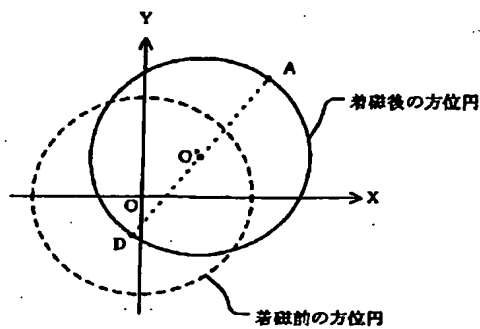
[C方向]



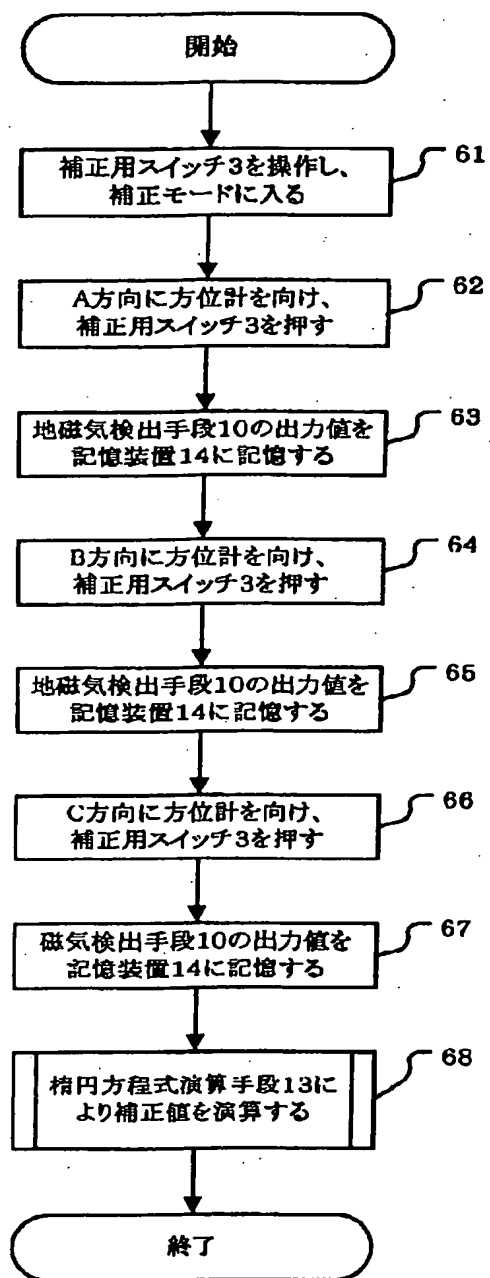
【図4】



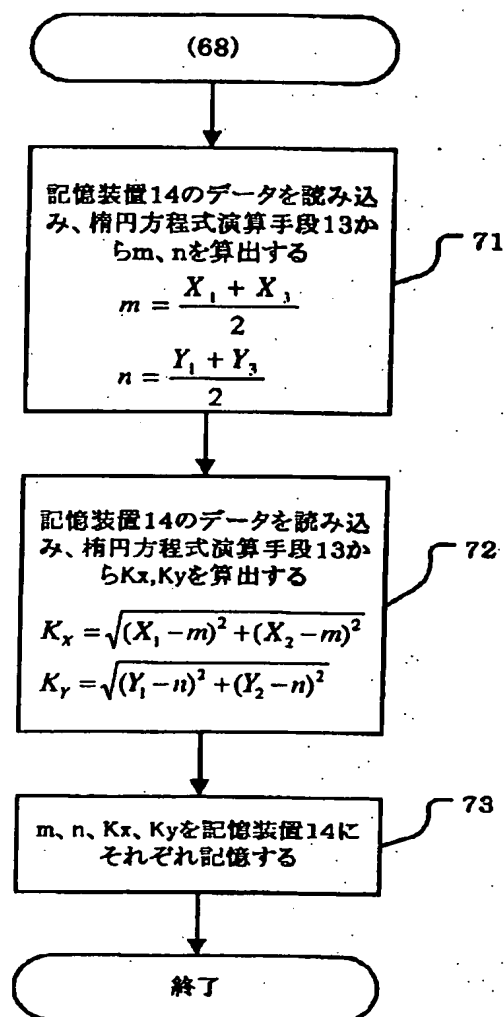
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

